



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08111230 A**(43) Date of publication of application: **30 . 04 . 96**

(51) Int. Cl. **H01M 8/10**
H01M 8/04

(21) Application number: **06245813**(22) Date of filing: **12 . 10 . 94**(71) Applicant: **KANSAI ELECTRIC POWER CO
INC:THE FUJI ELECTRIC CO LTD**

(72) Inventor: **KUSUNOKI HIROSHI
OTSUKI SANEJI
ENAMI YOSHIKI**

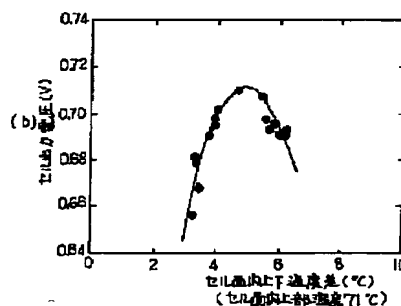
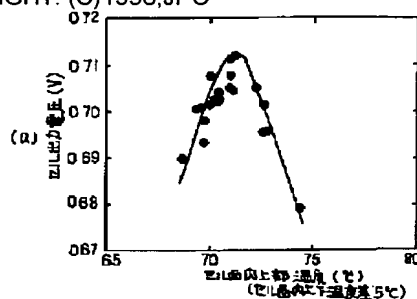
**(54) OPERATING METHOD FOR SOLID HIGH
POLYMER TYPE FUEL CELL****(57) Abstract:**

PURPOSE: To establish a high power generating performance stably for a long period of time by accomplishing an operating method for fuel cell which generates such an under-the-cell-surface temp. distribution that the oxidator gas water vapor pressure distribution in an oxidizer gas supply path is in equilibrium with the saturated vapor pressure distribution on a catalyst layer reaction part.

CONSTITUTION: A fuel cell of solid high polymer type requires preventing drying and product water condensation in electrochemical reactions on the surface of an electrolyte film, and therefore, humidity management is conducted by generating an appropriate temp. distribution on the cell surface. The under-the-cell-surface optimum temp. distribution to give max. output voltage under the operating conditions including the current density, reaction gas total pressure, inlet air dew point, rate of air utilization, the rate of exhaustion of product water, etc., is established by controlling the under-the-cell-surface upper part temp. and under-the-cell-surface temp. difference between above and below to their optimum values or the neighborhoods. The under-the-cell-surface temp.

distribution is controlled by adjusting the temp. of the cooling medium and the rate of flow.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-111230

(43)公開日 平成8年(1996)4月30日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 8/10		9444-4K		
8/04	T			
	K			

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平6-245813

(22)出願日 平成6年(1994)10月12日

(71)出願人 000156938
関西電力株式会社
大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号

(71)出願人 000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 楠 啓
大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号
関西電力株式会社内

(72)発明者 大槻 実治
大阪府大阪市北区中之島3丁目3番22号
関西電力株式会社内

(74)代理人 弁理士 山口 巖

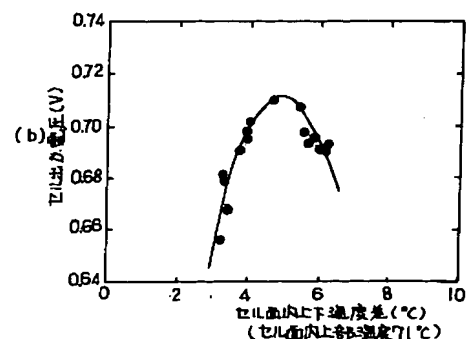
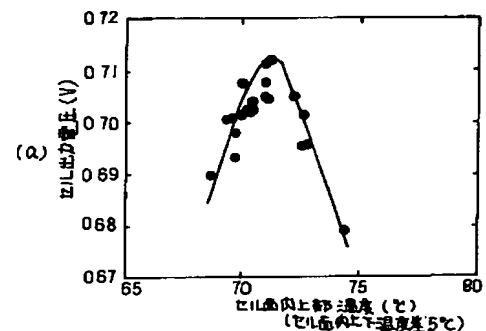
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体高分子型燃料電池の運転方法

(57)【要約】

【目的】酸化剤ガス供給路中の酸化剤ガス水蒸気圧分布と、触媒層反応部位飽和蒸気圧分布を、平衡状態にするようなセル面内温度分布を与える燃料電池運転方法を実現して、長期間安定して高い発電性能を得る。

【構成】固体高分子型燃料電池では、電解質膜表面での電気化学反応における乾燥および生成水凝縮を防ぐ必要があり、セル面内温度分布を適切に与えることで、湿度管理を行う。電流密度、反応ガス全圧、入口空気露点、空気利用率、生成水排出率等の各運転条件における出力電圧が最大となるセル面内最適温度分布は、セル面内上部温度およびセル面内上下温度差をそれぞれ最適値またはその近傍に制御することにより得る。セル面内温度分布は、冷却媒体の温度および流量を調整することにより制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生するセルが、セパレータを介して複数積層された単電池集積体（スタック）と、

該スタック内に、前記セル毎あるいは複数のセル毎に設けられセルで発生した熱を除去する冷却部とを備え、前記セルは、固体高分子膜からなる電解質層と、該電解質層を挟んでそれぞれ配設された燃料電極（アノード）と酸化剤電極（カソード）とを有し、前記冷却部は、冷却媒体を流通させる冷媒流路を有し、前記セル面内は、酸化剤ガス入口側温度（セル面内上部温度）より、酸化剤ガス出口側温度（セル面内下部温度）の方が高く形成されて成る固体高分子型燃料電池の運転方法であって、

電流密度、反応ガス全圧、入口空気露点、空気利用率、生成水排出率とから、セル出力電圧が最大となる前記セル面内上部温度の最適値および該セル面内上部温度とセル面内下部温度との差（セル面内上下温度差）の最適値とを求め、前記冷却媒体の温度および流量を調整することにより、前記最適セル面内上部温度の最適値またはその近傍およびセル面内上下温度差の最適値またはその近傍となるように制御することを特徴とする固体高分子型燃料電池の運転方法。

【請求項 2】請求項 1 記載の固体高分子型燃料電池の運転方法において、前記セル面内上部温度を該温度の最適値±3℃、前記セル面内上下温度差を該温度差の最適値±1℃の範囲内に制御することを特徴とする固体高分子型燃料電池の運転方法。

【請求項 3】請求項 1 記載の固体高分子型燃料電池の運転方法において、前記セル面内上部温度を該温度の最適値±1℃、前記セル面内上下温度差を該温度差の最適値±1℃の範囲内に制御することを特徴とする固体高分子型燃料電池の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、平板型の固体高分子型燃料電池のセル面内温度分布を適切に制御して、固体高分子電解質膜の乾燥及び過度の濡れを防止し、固体高分子型燃料電池の安定した運転を行う方法に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は、これに使用される電解質の種類や動作温度により、固体高分子型燃料電池、りん酸型燃料電池、熔融炭酸塩型燃料電池、固体電解質型燃料電池などに大別される。燃料電池は直流電気を発生させる電気化学的反應において熱が発生するので、温度を許容される動作温度に維持するために、冷却手段が設けられている。

【0003】従来採用されている固体高分子型燃料電池は、例えば特開平 5-144451 号公報に開示されているように、内部に冷却部を持ち、この冷却部に冷却媒体を循

環させ燃料電池を所定の温度に保つようにしている。図 7、図 8 に従来の固体高分子型燃料電池の構成の一例を示す。図 7 (a) はスタックの側面図を示すもので、図 7 (a) において、9 はスタックでありセルとセパレータとから成る単電池 8 を複数個積層し、さらにその両端部に発生した直流電力をスタック 9 から取り出すための集電板 91A、91B と、単電池 8、集電板 91A、91B を構造体から電気的に絶縁するための電気絶縁板 92A、92B と、単電池 8、集電板 91A、91B、電気絶縁板 92A、92B を積層したスタック 9 の両外端部に配設される締付板 93A、93B とを順次積層し、締付板 93A、93B にその両外側面側から締付けボルト 94 により適度の加圧力を与えるようにして構成されている。

【0004】図 7 (b) は単電池の側面断面図を示すもので、図 7 (b) において、それぞれの単電池 8 は、セル 7 と、このセル 7 の一方の側面に配されて燃料ガス流路 61a を多数有し、ガスを透過せず熱および電気伝導性に優れた材料からなるセパレータ 6A と、セル 7 の他方の側面に配されて酸化剤ガス流路 61b（以下、燃料ガス流路と酸化剤ガス流路を併せて反応ガス流路と呼ぶことがある）を多数有し、セパレータ 6A と同様の材料からなるセパレータ 6B とで構成されている。セル 7 は、薄い矩形状をなしており、固体高分子電解質膜からなる電解質層 71 と、電解質層 71 の一方の主面側に配設された燃料ガスの供給を受ける燃料電極膜 72 と、電解質層 71 の他方の主面側に配設された酸化剤ガスの供給を受ける酸化剤電極膜 73 とで構成されている。燃料電極膜 72 および酸化剤電極膜 73 は、共に触媒活物質を含む触媒層 74a、74b と、この触媒層 74a、74b を支持すると共に、反応ガスを触媒層に供給および触媒層から排出し、しかも集電体としての機能を有する多孔質の電極膜基材 75a、75b からなり、それぞれの触媒層 74a、74b を電解質層 71 と密着させている。電解質層 71 としては、パーフルオロスルホン酸樹脂膜（例えば、米国のデュポン社製、商品名ナフィオン膜）が用いられ、飽和に含水させることにより良好なプロトン導電性電解質として機能する。

【0005】図 8 (b) はセル面内冷却構成のうち、セパレータ 6A について示すもので、反応ガス流路 61a が設けられたセパレータ 6A の他方の面には、冷却媒体 5 を流通させる冷媒流路 65 が形成されている。冷媒流路 65 は、反応ガス流路 61a、61b 方向に平行に設けられ複数冷媒流路が並列に配設された並行部分 65a と、この平行部 65a を一方の端部で一括する一方の冷媒流路端部 65b と、平行部 65a を他方の端部で束ねる冷媒流路端部 65c とで構成されている。冷媒流路 65 のそれぞれの端部 65b、65c は貫通孔 66 と 67 とに連通し、該貫通孔 66、67 は、共にマニホールドとして機能する。

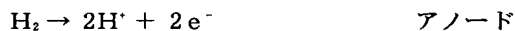
【0006】スタック9の一方の端部にある単電池8では、貫通孔66は、冷却媒体5の流入口93aに連通させて形成された冷媒通流口に接続され、一方、貫通孔67は封じられる。また、他方の端部にある単電池8では、貫通孔67は締付板93Bが備える冷却媒体5の流出口93bに連通させて形成された冷媒通流口に接続され、一方、貫通孔66は封じられる。スタック9では、単電池8内に構成される冷却媒体5の通路は互いに並列に接続されることになるが、これはスタック9の積層方向に配置された単電池8間での冷却媒体5の温度差を少なくするためである。

【0007】図8(a)は、スタック9の冷却構造の一例をその主要な周辺装置と共に模式的に示したものである。冷媒供給経路は、冷却媒体5を循環させるのに必要な圧力を供給する加圧ポンプ97と、冷却媒体5の流量(以下、冷媒流量と呼ぶことがある)を制御する制御弁98と、放熱装置96と、これらの間を接続する配管99とを備えている。流入口93aから導入されスタック9において発生した熱を吸収することで高温となった冷却媒体5は、流出口93bから流出され、冷媒供給経路中を放熱装置96に循環され除熱されて、その温度(以下、冷媒温度と呼ぶことがある)を所望の温度にまで低下させ、再び流入口93aからスタック9に還流される。

【0008】ところで、セル7に供給された燃料ガスおよび酸化剤ガスは、それぞれの触媒層74a、74b内の触媒と固体高分子電解質とで形成された三相界面において、以下の電気化学反応で消費される。

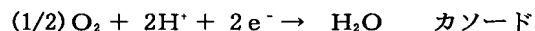
【0009】

【化1】



【0010】

【化2】



上記のように、全体反応として水を生成する。発電効率を高く維持するには、固体高分子電解質膜に飽和状態に含水させてやる必要があるため、反応ガスは予め加湿してからセルに供給される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】固体高分子型燃料電池において、電気化学反応はすなわち水の生成反応であり、その生成水は主にカソード側の酸化剤ガス流路へ排出されるため、酸化剤ガス中の水蒸気流量はセルの入口側が最も少なく、セルの出口側になるにつれ増加することになる。

【0012】しかし、酸化剤電極基材内を透過した酸化剤ガスを触媒層内に拡散させ、酸化剤ガスと、触媒と、固体高分子電解質との三相界面を形成して電気化学反応させるに当たり、水の凝縮によって触媒層が過度に濡れることにより、多孔質酸化剤電極基材内の反応ガスの拡

散する毛管を塞いでしまうことは好ましくない。生成水排出の駆動力となるのは反応ガスと固体高分子電解質膜の水蒸気圧力差であるが、セル面内温度が均一であると固体高分子電解質膜の水蒸気圧力は一定であるのに対し、反応ガスの水蒸気圧分布がガス流路出口側へ行くほど高圧になり生成水排出を妨げる。しかし、これを防ぐために反応ガスの加湿量を減らすと、固体高分子電解質膜が乾燥し電池特性が低下してしまう。

【0013】この発明の目的は、前述の従来技術の問題点に鑑み、固体高分子電解質膜表面における乾燥および生成水凝縮を防ぐための、適切な固体高分子型燃料電池の運転制御方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明は、燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生するセルが、セパレータを介して複数積層されたスタックと、該スタック内に、前記セル毎あるいは複数のセル毎に設けられセルで発生した熱を除去する冷却部とを備え、前記セルは、固体高分子膜からなる電解質層と、該電解質層を挟んでそれぞれ配設された燃料電極(アノード)と酸化剤電極(カソード)とを有し、前記冷却部は、冷却媒体を通流させる冷媒流路を有し、前記セル面内は、酸化剤ガス入口側温度(セル面内上部温度)より、酸化剤ガス出口側温度(セル面内下部温度)の方が高く形成されて成る固体高分子型燃料電池の運転方法を、電流密度、反応ガス全圧、入口空気露点、空気利用率、生成水排出率とから、セル出力電圧が最大となる前記セル面内上部温度の最適値および該セル面内上部温度とセル面内下部温度との差(セル面内上下温度差)の最適値とを求め、前記冷却媒体の温度および流量を調整することにより、前記最適セル面内上部温度の最適値またはその近傍およびセル面内上下温度差の最適値またはその近傍となるように制御することにより達成される。

【0015】また、固体高分子型燃料電池の運転方法において、前記セル面内上部温度を該温度の最適値 $\pm 3^\circ\text{C}$ 、前記セル面内上下温度差を該温度差の最適値 $\pm 1^\circ\text{C}$ の範囲内に制御することが好適である。さらに、固体高分子型燃料電池の運転方法において、前記セル面内上部温度を該温度の最適値 $\pm 1^\circ\text{C}$ 、前記セル面内上下温度差を該温度差の最適値 $\pm 1^\circ\text{C}$ の範囲内に制御することが最も好適である。

【0016】

【作用】固体高分子型燃料電池において、反応ガス流路を通流する反応ガス中には反応によって生成した水が水蒸気として放出されるため、通流過程で反応ガス中の水蒸気濃度が徐々に上昇する。このガス流通方向がセル面内温度分布の低い部分側から反応ガス流路に流入し、セル面内温度分布の高い部分側から排出されるように、冷媒温度と冷媒流量を制御し最適セル面内温度分布を形成

することにより、反応ガスの水蒸気圧と触媒層反応部の低温側で低く高温側で高い飽和水蒸気圧とが互いに適切に平衡した状態となる。最適状態においては、セル面内のどの部分においても、水の生成と排出のバランスが取れた状態となるので、固体高分子電解質膜の乾燥、および生成水の凝縮に起因する触媒層の過度の濡れによる反応ガス拡散の阻害を防止することができ、また触媒層反応部を飽和状態に保ちプロトン伝導性の低下も抑えられ、電池特性の低下を防止することができる。

【0017】

【実施例】以下この発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。

実施例1；図1(a)、図1(b)は、この発明の固体高分子型燃料電池の運転方法の一実施例を示したものである。固体高分子型燃料電池のセル面内に適切な温度分布を形成するに当たり、温度分布の状態は冷媒温度と冷媒流量とから制御できる。すなわち、冷媒流量を増加させるとセル面内上下温度差は縮小し、逆に冷媒流量を減少させるとセル面内上下温度差は拡大する。

【0018】本実施例における運転条件を表1に示す。

【0019】

【表1】

項目	条件
反応ガス全圧	0.2 MPa
空気利用率	25 %
入口空気露点	55℃
生成水排出率	0.7
電流密度	0.4 A/cm ²

【0020】図1(a)は、上記表1の条件における運転に際して冷媒温度と冷媒流量を制御し、セル面内上下温度差を一定(5℃)に保ちながらセル面内上部温度を変化させ、セル出力の電圧変化をプロットした実験結果である。また、図1(b)は、上記表1の条件における運転に際して冷媒温度と冷媒流量を制御し、セル面内上部温度を一定(71℃)に保ちながらセル面内上下温度差を変化させ、セル出力の電圧変化をプロットした実験結果である。これらの実験結果より、前記運転条件において、セル出力電圧が最大となるセル面内上部温度の最適値およびセル面内上下温度差の最適値が存在し、好ましくは、セル面内上部温度71℃±3℃(最も好ましくは±1℃)、セル面内上下温度差は5℃±1℃であることが認められた。

【0021】なお、前述の運転条件を変えても同様の傾向が得られている。また、セル面内温度分布の形成手段としては、その冷却構成を特に選ばず、例えば後述の実施例2～5に示されるような構成を採用することができる。さらに、この実験結果の確証性を得るために、生成水排出効率のよい温度分布のシュミレーションを行っ

た。以下に、その結果を述べる。

【0022】まず、生成水排出条件から次式が成り立つ。

【0023】

【数1】 $\alpha j/2F = (De/Le)(Pe-Ps) = (Dg/Lg)(Ps-Pg)$
ただし、j:電流密度、 α :生成水排出率、酸化剤電極内においてDe:拡散係数Le:拡散層厚さ、ガス流路内においてDg:拡散係数Lg:拡散層厚さ、水蒸気分圧(電極:Pe, 電極/ガス界面Ps, ガス流路:Pg), F:ファラデー定数とする。ここで、 $Ke=De/Le$, $Kg=Dg/Lg$, $Pc=Pe-Pg$ [$Pc=Pc_0(T_0/T)^n(P/P_0)(j/j_0)$] とすると、前記数1から下式が成り立つ。

【0024】

【数2】 $\alpha j/2F = Pc/(1/Ke+1/Kg)$

また、水蒸気圧力について以下の式が成り立つ。

【0025】

【数3】 $R_n P_n/P_{all} = W_n/(V_n+W_n)$

ただし、n:ガス流路分割部分、 I_n :部分電流、 V_n :空気流量、 W_n :水蒸気流量、 P_n :飽和水蒸気圧(Antoine式より導出)、 T_n :温度、 R_n :相対湿度、 P_{all} :全圧
 $W_{n+1} = W_n + I_n/2F$, $V_{n+1} = V_n - I_n/4F$, $P_g = R_n P_n$

さらに、 $Pe=P_n$ と仮定して、以上の数1～数3を解くことでセル面内最適温度分布を計算した。

【0026】この結果と実験結果を比較したものが図2である。図2において、シュミレーション結果と実験結果は±1℃程度の誤差で一致していることから、前述における実験結果の確証性が確かめられた。次に、所望のセル面内温度分布を得るための手段について述べる。なお、以下に述べる実施例2、3は、特願平5-269344号に示された概念を実施例1のセル面内温度分布形成手段として適用したものである。また、実施例3、4は、前述の特開平5-144451号公報に開示されている概念を実施例1のセル面内温度分布形成手段として適用したものである。

【0027】実施例2；図3(a)は、この発明の運転方法を実施するための固体高分子型燃料電池のセル面内温度分布の形成手段を模式的に示す側面図である。図3(b)はセパレータの平面図である。図3(a)、図3(b)において、図7～図8に示した従来例の固体高分子型燃料電池と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0028】図3(a)、図3(b)において、8は、セパレータ6Cを採用した単電池である。セパレータ6Cは、4本の冷媒流路としての凹溝11を並列的に備えている。また、9Aは、単電池8および締付板93C、93Dとから成るスタックである。締付板93C、93Dは、締付板93A、93Bに対して、それぞれの凹溝11の本数に対応する個数の冷却媒体5の流入口93aあるいは、冷却媒体5の流出口93bが備えられている。

【0029】スタック9Aに対する冷却媒体5の供給

は、図 8 (b) に示した冷媒流路と同一の構成を持つ冷媒流路により行われる。ただし、スタック 9 A の備える流入口 9 3 a と流出口 9 3 b 間との接続は、以下のようにして行われる。すなわち、冷却媒体 5 は、まず反応ガスがスタック 9 A に流入する最も上流側に位置する冷媒流路の持つ流入口 9 3 a に供給される。最も上流側に位置する冷媒流路の持つ流出口 9 3 b から流出した冷却媒体 5 は、次に上流側に位置する冷媒流路の持つ流出口 9 3 b に供給される。続いて、次に上流側に位置する冷媒流路の持つ流入口 9 3 a から流出した冷却媒体 5 は、さらに次に上流側に位置する冷媒流路の持つ流入口 9 3 a に供給される。以降、流入口 9 3 a と流出口 9 3 b 間との接続は、順次上流側に位置する冷媒流路に冷却媒体 5 が供給されるように互いに接続される。ここで、冷却媒体 5 は、冷媒流路を流通する際反応熱を吸収するため、反応ガスの流通方向に対して順次高くなるセル面内温度分布が形成される。これにより、セル面内温度分布を、反応ガスの入口付近では、反応ガスを乾燥させない比較的低い値とし、しかも、反応ガスの出口付近では、生成水が液化することの無い比較的高い値とすることが可能となっている。さらに、この際、冷媒流路への冷却媒体 5 の通流方向が、互いに隣接する冷媒流路において反転するため、冷媒流路に沿ったセル 7 の温度分布状態が交互に反転することになり、これにより、セル 7 の面垂直方向における温度分布はほぼ一樣にすることができる。

【0030】実施例 3；図 4 (a) は、この発明の運転方法を実施するための固体高分子型燃料電池のセル面内温度分布の実施例 2 とは異なる形成手段を主要な周辺装置と共に模式的に示したものである。図 4 (b) は、図 4 (a) 中に示したスタックが備えるセパレータ平面図である。図 4 (a) 、図 4 (b) において、図 7 ～図 8 に示した従来例の固体高分子型燃料電池と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0031】図 4 (a) 、図 4 (b) において、8 は、セパレータ 6 D を採用した単電池であり、セパレータ 6 D は 3 本の凹溝 1 1 を備え、いずれも反応ガス流通方向に対して、それぞれほぼ直交する方向に形成されている。それぞれの凹溝 1 1 の両端部は、それぞれ貫通孔 1 2 、 1 3 に連通されている。締付板 9 3 E 、 9 3 F には、それぞれの凹溝 1 1 の本数に対応する個数の冷却媒体 5 の流入口 9 3 a あるいは、冷却媒体 5 の流出口 9 3 b が備えられ、それぞれの冷媒流路は互いに隔離されている。

【0032】スタック 9 B の冷媒流路 5 は、放熱装置 2 3 を用いると共に、凹溝 1 1 の本数と同数の流量の制御弁 9 8 を備えている。放熱装置 2 3 は、放熱能が互いに異なる凹溝 1 1 の本数と同数の単位放熱器 2 3 a 、 2 3 b および 2 3 c を備えている。それぞれの単位放熱器は、2 3 c 、 2 3 b 、 2 3 a の順に順次大きくなる放熱能を備えている。したがって、同一温度で放熱装置 2 3 に流入した冷却媒体 5 は、放熱装置 2 3 の出口におい

て、単位放熱器 2 3 a に放熱した冷却媒体 5 a の温度が最も低く、単位放熱器 2 3 b に放熱した冷却媒体 5 b の温度は、冷却媒体 5 a の温度よりも高く、単位放熱器 2 3 c に放熱した冷却媒体 5 c が、冷却媒体 5 b の温度よりもさらに高い。それぞれの流出口 9 3 b から流出した冷却媒体 5 a ～ 5 c は、合流したうえで加圧ポンプ 9 7 に還流する。これにより、図 7 (b) におけるセル 7 の電極膜 7 2 、 7 3 表面における温度分布を、反応ガスの入口付近では、比較的低い値とし、反応ガスの出口付近では、比較的高い値とすることが可能となる。

【0033】実施例 4；図 5 は、この発明のさらに異なる一実施例になる固体高分子型燃料電池のセル面内温度分布の形成手段を示す断面図であり、従来技術と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。図 5 において、セパレータ 6 には、反応ガス流路 6 1 に並行して複数の冷媒流路 6 5 が設けられ、冷却媒体 5 と反応ガスの流通方向を等しくすることにより、セパレータ 6 の一端から流入した冷却媒体 5 がセルの発電生成熱を吸収し温度上昇するため、セル面内方向に冷却媒体 5 入口側で低く、出口側で高い温度分布が形成される。

【0034】実施例 5；図 6 は、この発明のさらに異なる一実施例になる固体高分子型燃料電池のセル面内温度分布の形成手段を示す反応ガスおよび冷却媒体流通構造の要部を示す断面図であり、従来技術と同一部分には同一符号を付し、重複説明を省略する。図 6 において、セパレータ 6 において、並列に形成された複数の冷媒流路 2 2 A ～ 2 2 Z が反応ガス流路 6 1 に対して直行する方向に設けられ、冷媒流路 2 2 の間隔がセル上部では密に、セル下部では疎に分布して成るものとし、セル面内方向に温度分布が形成される。

【0035】実施例 2 ～ 5 における前述の説明では、スタックにおけるセル積層方向をセル面の法線方向が水平になるようになされていたが、これに限定されるものではなく、セルの積層方向を鉛直方向に変えてもよい。

【0036】

【発明の効果】この発明においては、前述のように、燃料電池セルの酸化剤電極膜表面における温度分布を制御して、セル面内上部温度およびセル面内上下温度差が最適値またはその近傍になるように運転することにより、最適値近傍にない運転状態に比べて、セル出力電圧を極度に少なくとも 8 % 以上に増大させることができる。これにより、高い発電性能を得ると共に、固体高分子膜の好適な加湿制御ができるので、セルの特性が長時間安定して得られ、燃料電池の寿命が向上する効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一運転例を示す図で、図 1 (a) は固体高分子型燃料電池のセル出力電圧とセル面内上部温度との関係を示す図、図 1 (b) はセル出力電圧とセル面内上下温度差との関係を示す図

10

20

30

40

50

【図2】図1にかかる、セル面内最適温度分布のシミュレーション結果と実験結果との関係を示す図

【図3】この発明の実施にかかるセル面内温度分布を形成する冷却構成の一実施例を示し、図3(a)はセル面内温度分布の形成手段を模式的に示す側面図、図3(b)はセパレータの平面図

【図4】この発明の実施にかかるセル面内温度分布を形成する冷却構成の異なる実施例を示し、図4(a)はセル面内温度分布の形成手段を模式的に示す側面図、図4(b)はセパレータの平面図

【図5】この発明の実施にかかるセル面内温度分布を形成する冷却構成のさらに異なる実施例におけるセル断面図

【図6】この発明の実施にかかるセル面内温度分布を形成する冷却構成のさらに異なる実施例におけるセル断面図

【図7】図7(a)は従来のスタックの側面図、図7(b)は従来の単電池の側面断面図

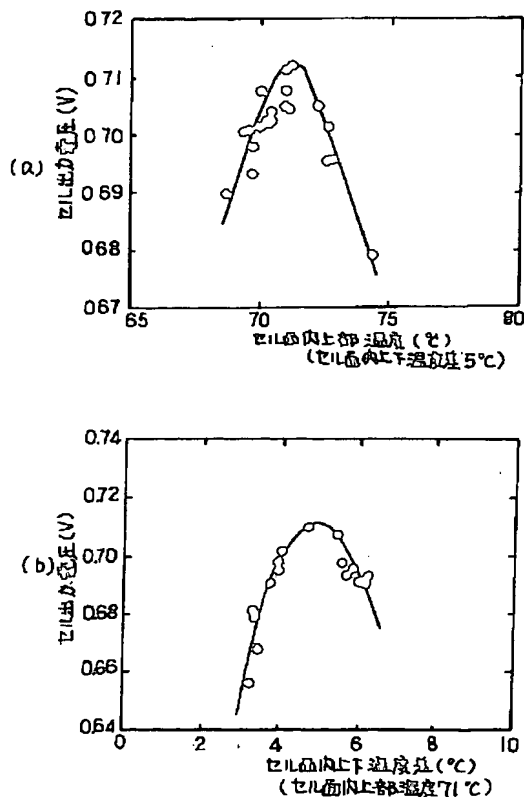
*

* 【図8】図8(a)は従来のスタックの冷却構成の一例を示す図、図8(b)は従来のセル面内冷却構成の一例を示す図

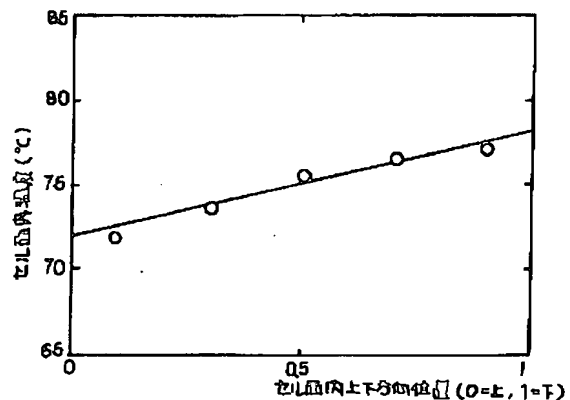
【符号の説明】

8	単電池
7	セル
9, 9 A, 9 B	スタック
93 A~93 F	締付板
23	放熱装置
23 a~23 c	単位放熱器
5, 5 a~5 c	冷却媒体
93 a	冷却媒体流入口
93 b	冷却媒体流出口
61 a, 61 b	反応ガス流路
65, 65 a~65 c	冷媒流路
6 A ~6 D	セパレータ
12	貫通孔
13	貫通孔

【図1】

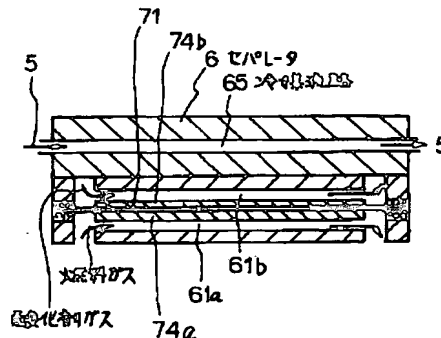


【図2】

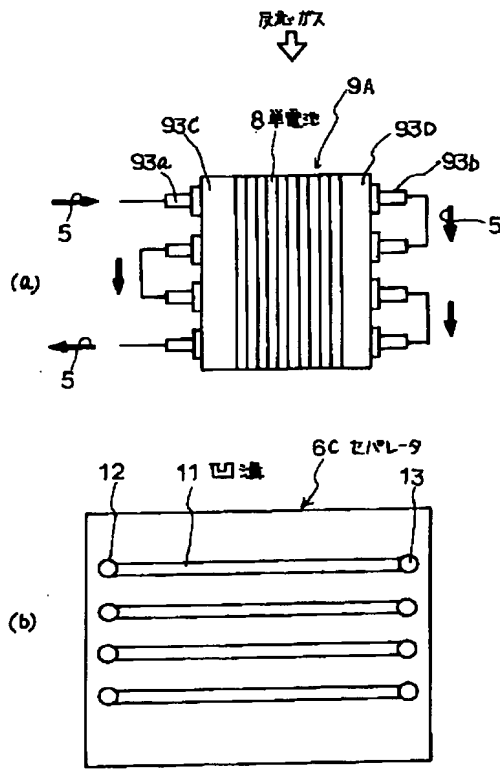


○ : シミュレーション結果
○ : 実験結果

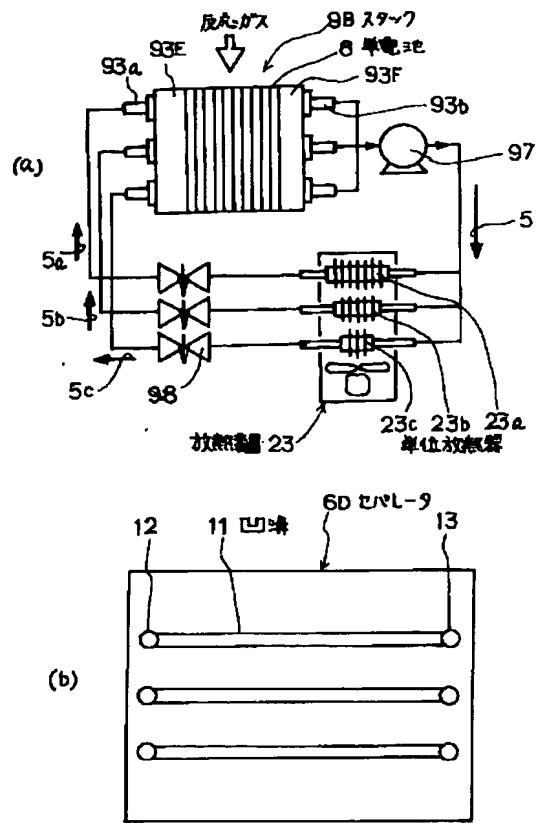
【図5】



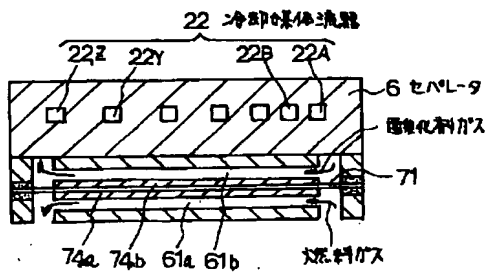
【図3】



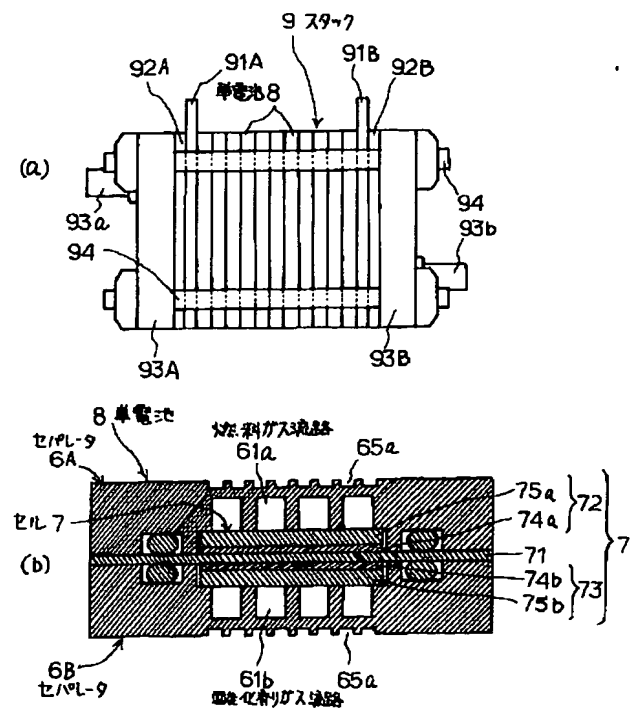
【図4】



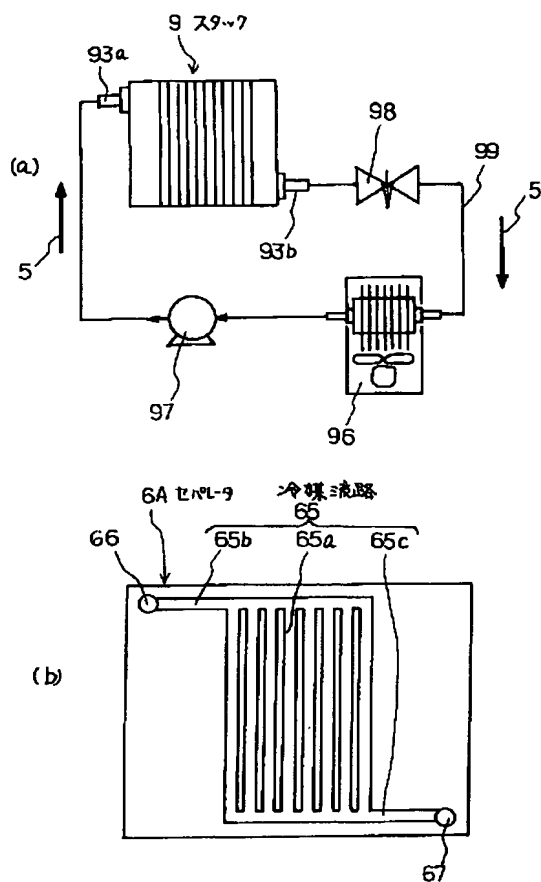
【図6】



【図7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 榎並 義晶
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号
 富士電機株式会社内